

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. Februar 2003 (20.02.2003)

PCT

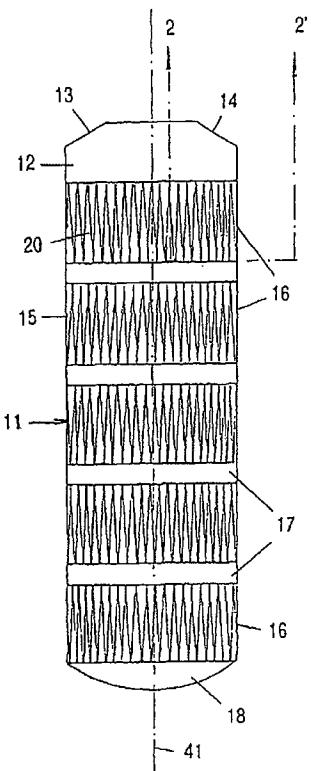
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/013383 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :	A61C 8/00, A61F 2/36	202 11 202.0	24. Juli 2002 (24.07.2002)	DE
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/EP02/08679	(71) Anmelder und (72) Erfinder: DINKELACKER, Wolfgang [DE/DE]; Mercedesstrasse 9/1, D-71063 Sindelfingen (DE).		
(22) Internationales Anmeldedatum:	3. August 2002 (03.08.2002)	(74) Anwalt: KINDERMANN, Manfred; Sperberweg 29, 71032 Böblingen (DE).		
(25) Einreichungssprache:	Deutsch	(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,		
(26) Veröffentlichungssprache:	Deutsch			
(30) Angaben zur Priorität:	201 13 183.8 8. August 2001 (08.08.2001) DE			

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: IMPLANT COMPRISING A GROOVED STRUCTURE

(54) Bezeichnung: IMPLANTAT MIT RILLENSTRUKTUR



(57) **Abstract:** The surface of a body implant is provided with a multitude of grooves (20), which extend in the direction of the implant's longitudinal axis or at an acute angle thereto. Said grooves form an angle  $\alpha$  radial to the longitudinal axis (41) of the implant body (11) in at least one of a number of sections (16) and the grooves have a varying depth over the length thereof. The grooves can be provided with a cuneiform or rhomboidal shape or have a curved wedge shape (231) or are provided in the form of longitudinally extended curved segments (251) that have a varying depth over their length and extend in an axial, helical or crosswise manner with regard to the periphery of the implant. The surface structure formed in such a manner enables an improved accumulation of the osteon bone tissue. A titanium layer is applied by sputtering to the implant surface and enables an embedding of the osteocytes in cavities created thereby. The surface structure can be used, preferably in tooth implants, but also when altering bone implants including those having a curved longitudinal axis.

(57) **Zusammenfassung:** Die Oberfläche eines Knochenimplantats ist mit einer vielzahl in Richtung seiner Längsachse oder in einem spitzen Winkel zu dieser verlaufenden Rillen (20) ausgestattet, die in wenigstens einem von mehreren Abschnitten (16) radial zur Langsachse (41) des Implantatkörpers (11) einen winkel  $\alpha$  bilden und über ihre Länge eine unterschiedliche Tiefe aufweisen. Die Rillen können keilförmig oder rautenförmig ausgebildet sein oder eine gekrümmte Keilform (231) haben oder als langgestreckte gekrümmte Segmente (251) ausgebildet sein, die über ihre Länge unterschiedlich tief sind und in Bezug auf den Umfang des Implantats axial, gewendet oder kreuzweise gewendet verlaufen. Die so gestaltete Oberflächenstruktur gestattet eine verbesserte Anlagerung der Osteonen Knochengewebes. Auf die Implantatoberfläche wird eine Titanschicht durch Sputtern aufgebracht, die eine Einlagerung der Osteoziten in die dadurch entstehenden Mulden gestattet. Die Oberflächenstruktur kann vorzugsweise bei Zahimplantaten, aber auch bei anderen Knochenimplantaten einschliesslich solchen mit gekrümmter Langsachse angewendet werden.

**WO 03/013383 A1**



SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## IMPLANTAT MIT RILLENSTRUKTUR

### Bereich der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf ein operativ in den menschlichen Knochen einsetzbares Implantat mit einem Implantatkörper, der an seiner Oberfläche eine Vielzahl rillenförmiger Vertiefungen aufweist, sowie auf ein Verfahren zu seiner Herstellung.

### Stand der Technik

Die EP 1 013 236-A des Anmelders offenbart ein zylindrisches oder kegelförmiges Zahníimplantat, dessen Oberfläche eine Vielzahl in Richtung seiner Längsachse oder in einem spitzen Winkel zu dieser verlaufende rillenförmige Vertiefungen aufweist, die auch kreuzförmig angeordnet sein können. Bei einer anderen Ausführungsform dieses Implantats ist die Oberfläche des Implantatkörpers in Richtung der Längsachse in eine Anzahl Abschnitte oder Stufen unterteilt, die durch radial verlaufende Bänder voneinander getrennt sind und am Umfang eine Vielzahl der rillenförmigen Vertiefungen aufweisen. Die rillenförmigen Vertiefungen sind in ihrer Dimensionierung an die Größenordnung der Osteone des Kieferknochengewebes angepaßt, die sich an die rillenförmigen Vertiefungen anlagern. Zur Herstellung des Zahníimplantats wird ein zylindrisch, kegelförmig oder abgestufter Implantatkörper mit einer glatten Oberfläche vorgeformt, in den durch eine Materialabtragungsoperation die rillenförmigen Vertiefungen

eingebbracht werden. In den rillenförmigen Vertiefungen ist eine Vielzahl kleiner Kalotten dicht benachbart und räumlich verteilt angeordnet, die zur Aufnahme von Osteozyten in dem das Implantat umgebenden Kochengewebes dienen und damit den Kontakt zwischen Implantat und Knochen zusätzlich verbessern.

Diese Oberflächenstruktur gestattet es den Osteonen des Knochengewebes, sich in den rillenförmigen Vertiefungen anzulagern und entlang des Implantats zu wachsen. Dadurch, dass die rillenförmigen Vertiefungen in ihrer Dimensionierung an die Größenordnung der Osteone angepaßt sind und die mit dem Implantat in Kontakt kommenden Teile der Osteone aufnehmen, wird das Einwachsen des Implantat begünstigt. Als Folge dieser Oberflächenstruktur und durch die auf das Implantat einwirkenden Drücke bildet sich im Spongiosa-Bereich des Knochens eine Compakta um das Implantat aus, die eine gute Aufnahme der auf das Implantat einwirkenden Kräfte und einen stabilen und dauerhaften Sitz des Implantats bewirkt.

#### Zusammenfassung der Erfindung

Durch die vorliegende Erfindung wird die beschriebene Wirkung weiter verstärkt. Dies wird durch eine weiter verbesserte Anpassung der Oberflächenstruktur eines Implantats der oben beschriebenen Art an den Verlauf der Osteone und deren Verhalten in der Einheilphase erreicht.

Nach der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen definiert ist, sind die rillenförmigen Vertiefungen an der Oberfläche des Implantat zur Längsachse des Implantatkörpers hin geneigt. Sie bilden mit der Längsachse einen Winkel  $\alpha$  und weisen über ihre Länge eine unterschiedliche Tiefe auf. Die dadurch entstehende

Oberflächenstruktur trägt der Anatomie des Knochengewebes Rechnung. Es wurde gefunden, dass die sich am Implantat anlagernden Osteone weniger in Richtung der Implantatachse verlaufen als vielmehr schräg zu dieser. Die Anlagerung der Osteone an der Implantatoberfläche erfolgt hauptsächlich unter einem spitzen Winkel, der eine räumliche Voraussetzung für die Anlagerung vieler Osteone darstellt. Hierbei können die Osteone schräg von oben oder schräg von unten in die rillenförmigen Vertiefungen hineinwachsen. Der geneigte Verlauf der rillenförmigen Vertiefungen unterstützt diese Form der Anlagerung und verbessert Kontakt des Knochengewebes mit dem Implantat und verkürzt die Einheilphase.

Eine weitere Verbesserung wird durch eine Krümmung über die Längsausdehnung der Rillen erreicht. Gemäß einem Aspekt der Erfindung werden die Rillen so ausgebildet, dass ihr Grundriss auf einer Abwicklung der Umfangsfläche eine gekrümmte Keilform oder die Form von langgestreckten gekrümmten Segmenten aufweisen.

Nach einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung der Rillenstruktur wird ein Rohling des Implantatkörper hergestellt wird, in welchem durch eine Materialabtragungsoperation in wenigstens einem der Abschnitte Rillen eingebracht werden, die radial zur Längsachse des Implantatkörpers mit dieser einen Winkel  $\alpha$  bilden und über ihre Länge eine unterschiedliche Tiefe aufweisen. Die Materialabtragungsoperation wird vorzugsweise durch Strahlen ausgeführt bei synchronem Vorschub von Implantatkörpers und Strahlwerkzeug, der von Abschnitt zu Abschnitt verändert werden kann. Der synchronem Vorschub wird vorzugsweise so gewählt, dass die Rillen in wenigstens einem der Abschnitte eine Krümmung aufweisen. Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung wird der synchrone Vorschub vorzugsweise so gewählt, dass die Rillen an beiden Rändern eines Abschnitts

schmal und flach sind und in Rillenmitte ihre maximale Breite und Tiefe aufweisen.

Nach einem weiteren Schritt des erfindungsgemäßen Verfahren wird auf die Oberfläche der Rillen eine Metallschicht durch Sputtern aufgebracht wird, die vorzugsweise eine Titanschicht sein kann.

#### Beschreibung der Zeichnungen

Nachfolgend sind verschiedene Ausführungsformen der Erfindung anhand von Zeichnungen dargestellt. Es zeigen:

Figur 1 eine Ausführungsform eines Zahnímplantats gemäß der Erfindung, das einen in Abschnitte unterteilten zylindrischen Implantatkörper aufweist;

Figur 2 einen Teilschnitt entlang der Linie 2-2' in Figur 1;

Figur 3 eine schematische Darstellung einer Abwicklung eines Umfangsteils eines der Abschnitte von Figur 1;

Figur 4 einen Teilschnitt entlang der Linie 4-4' in Figur 3;

Figur 5 eine schematische Darstellung einer Abwicklung eines Umfangsteils mit Rillen, die zum Implantatkopf hin eine zunehmende Rillentiefe aufweisen;

Figur 6 eine Schnitt entlang der Linie 6-6' in Figur 5;

Figuren 7 und 8 schematische Darstellungen von Abwicklungen eines Umfangsteils des Implantats mit links oder rechts gewendelt verlaufenden Rillen;

Figuren 9 und 10 Schnitte entlang der Linien 9-9' in Figur 7 und 10-10' in Figur 8;

Figuren 11 und 12 schematische Darstellungen von Abwicklungen eines Umfangsteils des Implantats mit kreuzweise links und rechts gewendelt verlaufenden Rillen;

Figuren 13 und 14 schematische Darstellungen von Abwicklungen eines Umfangsteils des Implantats mit rautenförmig verlaufenden Rillen;

Figur 15 einen Schnitt entlang der Linie 14-14' in Figur 13;

Figuren 16 bis 18 Ausführungsformen des Implantats gemäß der Erfindung mit einem stufenförmigen Implantatkörper;

Figuren 19 und 20 Ausführungsformen des Implantats gemäß der Erfindung mit einem kegelförmigen Implantatkörper;

Figuren 21 und 22 Ausführungsformen des Implantats gemäß der Erfindung mit einem Implantatkörper, der kombinierte Rillenstrukturen aufweist;

Figuren 23 und 24 schematische Darstellungen von Abwicklungen eines Umfangsteils eines Implantats gemäß der Erfindung mit gekrümmten Rillen, die einen Grundriss in Form gekrümmter Keile aufweisen und links oder rechts gewendelt verlaufen;

Figur 25 eine schematische Darstellung der Abwicklungen eines Umfangsteils eines Implantats gemäß der Erfindung mit gekrümmten Rillen, die einen Grundriss in Form langgestreckter gekrümmter Segmente aufweisen;

Figur 26 eine schematische Darstellung der Abwicklungen eines Umfangsteils eines Implantats mit gekrümmten Rillen der in Figur 25 dargestellten Art, die kreuzförmig gewendelt verlaufen;

Figur 27 eine Ausführungsform des Implantats mit einem stufenförmigen Implantatkörper, der kombinierte Rillenstrukturen in den Figuren 25 und 26 dargestellten Art aufweist; und

Figur 28 eine Ausführungsform des Implantats gemäß der Erfindung mit einer gekrümmten Längsachse, die beispielsweise zum Ersatz von Hüftgelenken Verwendung findet.

**Detaillierte Beschreibung der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele der Erfindung**

Das in Figur 1 dargestellte Zahnimplantat umfaßt einen zylindrischen Implantatkörper 11, der aus Titan, Keramik oder einem anderen mit dem Knochengewebe des menschlichen Körpers verträglichen Material ausreichender Härte besteht. Der Implantatkörper 11 weist einen Kopfbereich 12 auf, der mit Abschrägungen 13, 14 auf der Bucal- und Lingualseite ausgestattet ist, wie es in der EP-A 0 868 889 offenbart ist. Der Kopfbereich 12 dient zur Aufnahme nichtgezeigter Tragelemente für eine Zahnkrone. An den Kopfbereich 12 schließt sich ein Rumpfbereich 15 an, der in Abschnitte 16 unterteilt ist. Zwischen den Abschnitten befinden sich Bänder 17. Das in Figur 1 dargestellte Beispiel weist fünf Abschnitte 16 auf, die durch vier Bänder 17 getrennt sind. Nach unten wird der Implantatkörper 11 durch einen abgerundeten Fußbereich 18 abgeschlossen.

Die Abschnitte 16 weisen an ihrem Umfang rillenförmige Vertiefungen 20 auf, hierin kurz Rillen genannt, die dicht nebeneinander angeordnet sind und in Bezug auf den Umfang des Implantatkörpers 11 parallel zur Implantatachse verlaufen. Die Rillen 20 haben vorzugsweise ein konkaves Profil, das an seinen Rändern in den Umfang des Rumpfbereiches 15 ausläuft und am Ort der größten Tiefe mit jedem der beiden benachbarten Vertiefungen einen abgerundeten Kamm 22 bildet (Schnittdarstellung von Figur 2). Die Rillen 20 haben eine Breite, die vorzugsweise im Bereich zwischen 0 und 300 Mikrometern liegt, und eine variable Tiefe zwischen 0 und vorzugsweise bis zu 150 Mikrometern.

Die Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Abwicklung eines der Abschnitte 16, in der drei Rillen 20 dargestellt sind. Die Rillen 20 bilden einen Winkel  $\alpha$  radial zur Längsachse 41 des Implantatkörpers 11 und weisen über ihre Länge eine unterschiedliche Tiefe auf (Figur 4). Hierdurch entsteht in Abwicklungsebene ein annähernd keilförmiger Grundriß der Rillen 20. Am oberen Rand des dargestellten Abschnitts 16 liegt die Spitze 31 der Begrenzungslinien auf dem Durchmesser des Umfangs. Am unteren Rand des Abschnitts im Bereich 32 hat die Keilform ihre größte Breite und zugleich hat dort die Rille ihre größte Tiefe, wie der Schnitt von Figur 4 zeigt. Zwischen den Rillen 20 befinden sich in umgekehrter Richtung annähernd keilförmig verlaufende Stege 33, die sich zu den Spitzen 31 der Rillen 20 hin verbreitern und deren Höhe den Umfang der Abschnitte bestimmen. Es versteht sich von selbst, dass die Begrenzungslinien der Rillen 20 in der realen Abwicklung des Umfangs in die Abbildungsebene Krümmungen zeigen, die in den Figuren 3 und 4 aus Gründen der einfacheren Darstellung nicht gezeigt sind.

Der Winkel  $\alpha$  wird durch die maximale Tiefe der Rillen und durch die axiale Länge der Abschnitte 16 bestimmt. Bei einer maximalen Rillentiefe vom 150 Mikrometern und einer Abschnittslänge von ca. 2 mm ergibt sich für  $\alpha$  ein Wert von annähernd 4,5 Grad.

Die beschriebene Oberflächenstruktur des Implantats trägt der Anatomie des Kieferknochengewebes Rechnung. Während der Einheilphase des Implantats können sich die Osteone des das Implantat umgebenden Knochengewebes in den Rillen 20 anlagern. Es wurde gefunden, dass die sich am Implantat anlagernden Osteone weniger in Richtung der Implantatachse verlaufen als vielmehr schräg zu dieser. Die Anlagerung der Osteone an der Implantatoberfläche erfolgt hauptsächlich unter einem spitzen Winkel, der eine räumliche Voraussetzung für die Anlagerung vieler Osteone darstellt. Hierbei können die Osteone schräg von oben oder schräg von unten in die Rillen 20 hineinwachsen. Der geneigte Verlauf der Rillen 20 begünstigt diese Form der Anlagerung und verbessert den innigen Kontakt des Kieferknochengewebes mit dem Implantat und verkürzt die Einwachszeit.

Abweichend von der in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Form können die Rillen anders angeordnet sein oder eine andere Form aufweisen. Die Figuren 5 und 6 zeigen einen Rillenverlauf von Rillen 50, der gegenüber dem in den Figuren 3 und 4 dargestellten Rillenverlauf um 180 Grad verdreht ist, d.h. dass die Spitze 51 der Rillen 50 am unteren Rand des dargestellten Abschnitts 16 liegt und der Bereich 52 der größten Rillentiefe am oberen Rand dieses Abschnitts 16 liegt, wie die Schnittdarstellung von Figur 6 zeigt.

Die Figuren 7 und 8 zeigen die Abwicklungen von Abschnitten 16 des Implantatkörpers 11, in denen die Rillen in Bezug auf den Umfang des Implantatkörpers 11 wendelförmig verlaufen.

Die Figur 7 zeigt einen rechtsgewendelten Verlauf von Rillen 70, die zudem keilförmig vom oberen Rand 71 des Abschnitts 16 zum unteren Rand dieses Abschnitts verlaufen, wo der Bereich 72 der größten Tiefe der Rillen 70 liegt (Figur 9). Die Figur 8 zeigt einen linksgewendelten Verlauf von Rillen 80, die vom unteren Rand 81 des Abschnitts 16 zum oberen Rand des Abschnitts verlaufen, wo in diesem Falle der Bereich 82 der größten Tiefe der Rillen 80 liegt, wie in der Schnittdarstellung von Figur 10 gezeigt.

In den Figuren 11 und 12 sind Abwicklungen von einem kreuzweisen Verlauf der Rillen dargestellt. Bei der Ausführung gemäß Figur 11 sind erste Rillen 110 vorgesehen, die in einer ersten Richtung mit einem spitzen Steigungswinkel linksgewendet verlaufen, und zweite Rillen 111 vorgesehen, die in einer zweiten Richtung mit einem spitzen Steigungswinkel rechtsgewendet verlaufen und sich mit den ersten Rillen 110 kreuzen. Die Rillen 110 und 111 haben einen keilförmigen Verlauf vom oberen Rand des Abschnitts 112 zum unteren Rand dieses Abschnitts, wo der Bereich 112 der größten Tiefe der Rillen 110 und 111 liegt. Durch diesen Rillenverlauf werden die in Figur 3 dargestellten Stege 33 geschnitten, so dass eine Vielzahl nuppenförmiger Erhöhungen entsteht, deren Höhe sich bis zum Umfang der Abschnitte 16 erstreckt bzw. diesen bestimmt.

In der Ausführung gemäß Figur 12 haben Rillen 120 und 121 einen kreuzweisen Verlauf wie die Rillen 110 und 111 in Figur 11, jedoch sind die Rillen 120 und 121 so angeordnet, dass der keilförmige Verlauf vom unteren Rand des Abschnitts 122 zum

- 10 -

oberen Rand dieses Abschnitts erfolgt, wo der Bereich der größten Tiefe der Rillen 120 und 121 liegt.

In der Ausführungsform nach den Figuren 13 bis 15 weisen die Rillen in der Abwicklung des Umfangs einen annähernd rautenförmigen Grundriß auf, der sich aus zwei gegeneinander gerichteten keilförmigen Rillenpaaren ergibt. Die Figur 13 zeigt die Abwicklung eines Abschnitts 16 des Implantatkörpers 11 mit Rillen 130, deren Begrenzungslinien annähernd rautenförmig verlaufen. Die Rillen 130 sind dicht nebeneinander angeordnet und in Bezug auf den Umfang des Implantatkörpers parallel zur Implantatachse ausgerichtet. Jede der Rillen 130 setzt sich aus zwei keilförmigen Rillenteilen 131, 132 zusammen, von denen der Rillengrund der einen Rillenteils 131 einen Winkel  $\alpha$  mit der Längsachse 41 des Implantats bildet und der Rillengrund der anderen Rillenteils 132 einen Winkel  $\beta$  mit der Längsachse 41 des Implantats bildet (Figur 15). Die beiden äußeren Spitzen 133 und 134 einer jeden der Rillen 130 liegen somit bei dieser Ausführungsform auf der Umfangslinie des Abschnitts 16, und der Bereich 135 der maximalen Tiefe einer jeden der Rillen 130 liegt in ihrer Mitte, wo die beiden Rillenteile 131 und 132 zusammentreffen.

Die Figur 14 zeigt die Abwicklung eines Abschnitts 141 des Implantatkörpers mit Rillen 140, deren Begrenzungslinien ebenfalls rautenförmig ausgebildet sind. Die Rillen 140 verlaufen jedoch in Bezug auf den Umfang des Implantatkörpers wendelförmig, wie es oben mit Bezug auf die Figuren 8 und 9 beschrieben wurde. Im übrigen entsprechen die Rillen 140 in ihrer Form den Rillen 130 von Figur 13.

Die in den Figuren 5 bis 15 gezeigten Rillenstrukturen bieten günstige Voraussetzungen für die Anlagerung der Osteone während der Einheilphase und bewirken eine zusätzliche

Sicherung gegen axiale Verlagerung und Verdrehung des Implantats im eingewachsenen Zustand. Die verschiedenen Rillenstrukturen können in vorteilhafter Weise je nach Bedarf in einem Implantat kombiniert werden, wie z.B. anhand der Figuren 21 und 22 beschrieben wird.

Nachfolgend werden anhand der Figuren 16-22 verschiedene Ausführungsformen von Zahníimplantaten dargestellt, bei denen Rillenstrukturen der oben beschriebenen Art Anwendung finden. Die dargestellten Zahníimplantate werden vorzugsweise aus Titan hergestellt.

Die Figuren 16 bis 18 zeigen Ausführungsformen von Zahníimplantaten, bei denen der Implantatkörper eine Abstufung des Durchmessers aufweist. Es kann eine Vielzahl von Durchmesserstufen vorgesehen sein, wobei die am Durchmesser gemessene Stufenhöhe vorzugsweise in der Größenordnung von 20 bis 300 Mikrometern liegen kann. Die in Figur 16 dargestellte Ausführungsform weist einen Implantatkörper 161 mit vier Stufen 162 auf. Zwischen den Stufen befinden sich konisch verlaufende Übergangsbereiche 163, hierin auch Bänder genannt, die im Verhältnis zur Länge der Stufen schmal sind. Der Umfang einer jeden Stufe 162 ist mit einer Rillenstruktur nach Art der in den Figuren 3 bis 15 dargestellten Rillen 20 versehen. Am Umfang einer jeden Stufe 162 sind in Bezug auf den Umfang in Richtung der Längsachse des Implantatkörpers 11 verlaufende Rillen 160 vorgesehen nach Art der in Verbindung mit den Figuren 3 und 4 beschriebenen Rillen 20. Die Rillen 160 haben im Bereich 164 größter Tiefe alle die gleiche Breite, so dass sich eine unterschiedliche Anzahl Rillen 160 in jeder Stufe 162 ergibt. Beim Implantat nach Figur 17 sind am Umfang von Stufen 172 rechtsgewandelte Rillen 170 angeordnet nach Art der in Verbindung mit den Figuren 7 und 9 beschriebenen Rillen 70. Das Implantat nach Figur 17 entspricht im übrigen dem

Implantat von Figur 16. Das Implantat gemäß Figur 18 unterscheidet sich vom Implantat gemäß Figur 17 dadurch, dass der Umfangsbereich einer jeden Stufe 181 mit kreuzförmig verlaufenden Rillen 180 nach Art der in Verbindung mit den Figuren 11 und 12 beschriebenen Rillen 111 ausgestattet ist. In den Figuren 16 bis 18 sind die Rillen 160, 170 und 180 lediglich schematisch dargestellt.

Die Figuren 19 und 20 zeigen Ausführungsformen von Zahnimplantaten, die einen kegelförmigen Implantatkörper aufweisen. Bei der Ausführung von Figur 19 ist der kegelförmige Implantatkörper 191 durch entlang Umfangs verlaufende Bänder 192 in Abschnitte 193 unterteilt. Am Umfang der Abschnitte 193 befinden sich kreuzförmig verlaufende Rillen 190 nach Art der in Verbindung mit den Figuren 11 und 12 beschriebenen Rillen 111. Die Figur 20 zeigt eine Ausführung, bei der die Abschnitte rautenförmige verlaufende Rillen 200 aufweisen nach Art der in Verbindung mit den Figuren 13 bis 15 beschriebenen Rillen. Das Implantat nach Figur 20 entspricht im übrigen dem Implantat von Figur 19. In den Figuren 19 und 20 sind die Rillen 190 und 200 lediglich teilweise dargestellt; auch bei diesen Ausführungsbeispielen erstreckt sich die beschriebene Rillenstruktur jeweils über den ganzen Umfang der Abschnitte 193 und 203.

Die Figuren 21 und 22 zeigen Zahnimplantate, bei denen jeweils ein Teil der Abschnitte unterschiedliche Rillenstrukturen aufweisen. Die Figur 21 zeigt ein Implantat mit einem zylindrischen Implantatkörper 211, an dessen Umfang Reihen von Rillen 210 angeordnet sind, durch die der Implantatkörper in vier Abschnitte 212, 213, 214 und 215 unterteilt ist. Die Rillen des obersten Abschnitts 212, der dem Implantatkopf am nächsten liegt, weist an seinem Umfang keilförmige Rillen 210 nach Art der in Verbindung mit den Figuren 3 und 4

-13-

beschriebenen Rillen 20 auf. Der in Richtung des Implantatfußes folgende Abschnitt 213 weist an seinem Umfang Rillen 216 mit einer umgekehrten Keilform auf nach Art der in Verbindung mit den Figuren 5 und 6 beschriebenen Rillen 50. Hieran schließt sich der Abschnitt 214 an, der wiederum die gleiche Rillenform aufweist wie der Abschnitt 212, und danach folgt der Abschnitt 215 mit Rillen der umgekehrten Keilform. Die Abschnitte 212 bis 216 gehen fugenlos ineinander über und werden nur durch den Wechsel der Rillenstruktur markiert. Auch in Figur 21 ist aus Darstellungsgründen nur ein Teil der Rillen gezeigt.

In Figur 22 ist eine Ausführungsform eines Zahníimplantats nach Art der in Verbindung mit den Figuren 16-18 beschriebenen stufenförmigen Implantate dargestellt. Bei dieser Ausführungsform weist der Implantatkörper 221 Gruppen von Abschnitten auf, wobei die Rillenstruktur der einen Gruppe von der anderen Gruppe abweicht. Der Implantatkörper 221 ist in vier Stufen 222-225 unterteilt, die durch konische Übergangsbereiche 226 miteinander verbunden sind. Die beiden obersten Stufen 222 und 223 sind an ihrem Umfang mit kreuzweise verlaufenden Rillen 210 nach Art der anhand der Figuren 11 oder 12 beschriebenen Rillen ausgestattet. Die in Richtung des Implantatfußes folgenden Abschnitte 224-225 weisen an ihrem Umfang Rillen 227 auf, die in Bezug auf den Umfang des Implantatkörpers 221 eine in Längsrichtung des Implantats verlaufende Keilform nach Art der in Verbindung mit den Figuren 3 und 4 beschriebenen Rillen 20 haben.

Durch Verwendung einer die Stufen wechselnden Oberflächenstrukturen auf dem gleichen Implantat kann einerseits die unterschiedliche Dichte des Knochens berücksichtigt werden, der das Implantat über dessen Länge umgibt. So ermöglichen z.B. beim Implantat nach Figur 22 die

beiden obersten Stufen 222 und 223 mit ihren kreuzweise verlaufenden Rillen eine gute Verankerung des Implantats innerhalb der Compakta und dem angrenzenden Bereich, während die Oberflächen der folgenden Stufen dem nach unten zunehmend poröseren Knochengewebe angepaßt werden können. Die Kombination unterschiedlicher Oberflächenstrukturen über die Länge des Implantatkörpers unterstützt auch das Ziel, das Implantat während der Einheilphase und im eingehielten Zustand gegen axiale Verlagerungen und Verdrehungen zu sichern und den Druck besser in den Knochen einzuleiten.

Beispiele weiterer Ausbildungen der Erfindung sind in den Figuren 23 bis 28 dargestellt. Diese Ausführungen weisen gekrümmte Rillen in Keilform oder in Form langgezogener Segmente auf, die gewendelt oder kreuzweise gewendelt verlaufen.

Die Figur 23 zeigt die Abwicklung des Umfangs eines Implantatabschnitts 232 mit rechtsgewendelten Rillen 231, die in der Abwicklung einen Grundriss aufweisen, der die Form eines gekrümmten oder gebogenen Keils besitzt. Der Grad der Krümmung dieses Keils geht über die oben erwähnten Krümmungen der Begrenzungslinien der geradlinigen Rillen 20 hinaus, die in der realen Abwicklung des Umfangs in die Abbildungsebene vorhanden sind und die in den Figuren 3 bis 14 aus Gründen der einfacheren Darstellung nicht gezeigt sind. Der Tiefenverlauf der Rillen 231 entspricht dem in Figur 4 und 9 dargestellten Tiefenverlauf der Rillen 20 und 70. Am oberen Rand des dargestellten Abschnitts 232 liegt die Spitze 233 des gekrümmten Keils auf dem Durchmesser des Umfangs. Am unteren Rand des Abschnitts 232 liegt der Bereich 234, wo der gekrümmte Keil seine größte Breite und zugleich seine größte Tiefe aufweist. Zwischen den dicht benachbarten und aneinander angrenzenden Rillen 231 befinden sich in umgekehrter Richtung

entsprechend gekrümmte verlaufende keilförmige Stege 236, die sich zu den Spitzen 233 der Rillen 231 hin verbreitern und deren Höhe den Umfang des Abschnitts 232 bestimmt. Die Längsachsen 235 der Rillen 231 bilden im Bereich 233 der geringsten Rillentiefe einen Winkel  $\sigma$  mit der oberen Begrenzung des Abschnitts 232, und ihre Längsachsen 235 bilden im Bereich 234 der größten Rillentiefe einen Winkel  $\sigma'$  mit der unteren Begrenzung des Abschnitts 232, wobei  $\sigma < \sigma'$  ist.

Die Figur 24 zeigt die Abwicklung des Umfangs eines Implantatabschnitts 242 mit linksgewendelten Rillen 241, die wie die Rillen 231 einen Grundriss aufweisen, der die Form eines gekrümmten oder gebogenen Keils besitzt. Im übrigen entsprechen die Rillen 241 in Form und Anordnung den Rillen Rillen 231 von Figur 23.

Die Figur 25 zeigt die Abwicklung eines Abschnitts 252 eines Implantatkörpers mit Rillen 251, deren Grundriss die Form langgestreckter bananenähnlich gekrümmter Segmente aufweist. Die Rillen 251 sind dicht nebeneinander angeordnet und verlaufen in Bezug auf den Umfang des Implantatkörpers wendelförmig, wie oben z.B. mit Bezug auf Figur 14 beschrieben wurde. Jede der Rillen 251 kann aus zwei fließend ineinander übergehenden Rillen 231, 241 bestehend angesehen werden. Für den Tiefenverlauf gilt das für diese Rillen Ausgeführte. Die beiden äußeren Spitzen 253 und 254 einer jeden der Rillen 251 liegen auf der Umfangslinie des Abschnitts 252, und der Bereich maximaler Tiefe einer jeden der Rillen 251 kann annähernd in der Mitte ihrer Längsausdehnung liegen, wie in Figur 25 für den Bereich 255 dargestellt. Der Bereich maximaler Tiefe einer jeden der Rillen 251 kann auch außerhalb der Rillenmitte wie z.B. im ersten oder letzten Viertel oder im ersten oder letzten Drittel der Längsausdehnung der Rillen 251 liegen.

Zwischen benachbarter Rillen 251 liegen entsprechend keilförmig gekrümmte Stege 256 und 257, die sich zu den Spitzen 253, 254 der Rillen 251 hin verbreitern und deren Höhe den Umfang des Abschnitts 252 bestimmt. Die Längsachsen 258 der Rillen 251 bilden im Bereich 253 einen Winkel  $\sigma$  mit der oberen Begrenzung des Abschnitts 252 und im Bereich 254 einen Winkel  $\sigma'$  mit der unteren Begrenzung des Abschnitts 252, wobei  $\sigma < \sigma'$  ist.

Die Figur 26 zeigt die Abwicklung eines Abschnitts 263 eines Implantatkörpers mit Rillen 261, 262, deren Grundriss die Form langgestreckter bananenähnlich gekrümmter Segmente nach Art der Rillen 251 von Figur 25 aufweist. Die Rillen 261, 262 verlaufen kreuzweise zueinander, wie es für die Rillen 111 und 121 in Verbindung mit den Figuren 11 und 12 beschrieben wurde. Bei der Ausführung gemäß Figur 26 verlaufen die Rillen 261 linksgewendet und kreuzen sich mit den Rillen 262, die ihrerseits rechtsgewendet verlaufen. Der Tiefenverlauf der Rillen 261 und 262 entspricht dem Tiefenverlauf der gekrümmten Rillen 251 wie er in Verbindung mit Figur 25 beschrieben wurde. Durch diesen Rillenverlauf werden die zwischen benachbarten Rillen 261, 262 befindlichen Stege nach Art der Stege 256 und 257 geschnitten, so dass eine Vielzahl nuppenförmiger Erhöhungen entsteht, deren Höhe sich bis zum Umfang des Abschnitts 263 erstreckt bzw. diesen bestimmt.

Die in den Figuren 23 bis 26 dargestellten Rillenstrukturen haben den zusätzlichen Vorteil, dass die horizontal verlaufenden Osteone der Compakta und die vertikalen Osteone der Spongiosa ineinander übergehen.

Die Rillenstrukturen gemäß Figuren 23 bis 26 können je nach Bedarf in einem Implantat kombiniert werden. Die Figur 27 zeigt hierfür ein Beispiel anhand eines Zahimplantats 270

nach Art der oben in Verbindung mit den Figuren 16 bis 18 und 22 beschriebenen Implantatausführungen, bei denen der Implantatkörper als gestufter Kegel ausgebildet ist. Das Implantat 270 umfaßt vier Abschnitte 272 bis 275, von denen die oberen Abschnitte 272, 273 kreuzweise gewendelte Rillen nach Art der Rillen 261 und 262 von Figur 26 aufweisen. Hierbei erstrecken sich sich die Rillen 271 des obersten Abschnitts 272 in den Kopfbereich des Implantats 270 bis zu einem schmalen Randbereich 276, der annähernd parallel zum oberen Rand des Implantats verläuft. Die Abschnitte 274, 275 besitzen links- und rechtsgewendelte Rillen 271 der Art wie in Figur 25 dargestellt.

Des weiteren können die Rillenstrukturen gemäß Figuren 23 bis 26 bei zylindrischen Zahnímplantaten nach Art der in den Figuren 1 und 21 dargestellten Implantate verwendet werden sowie bei kegelförmigen Zahnímplantaten nach Art der in den Figuren 19 und 20 dargestellten Implantate

Die Erfindung kann bei Implantaten Anwendung finden, deren Implantatkörper nicht rotationssymmetrisch ist oder eine gekrümmte Längsachse aufweist, wie dies z.B. bei Hüftgelenk-Implantaten der Fall sein kann. Die Figur 28 zeigt einen Teil 281 eines solchen Implantats, das eine gekrümmte Längsachse aufweist, entlang der Abschnitte 282, 283 und 284 angeordnet sind, von denen jeder einen keilförmigen Querschnitt aufweist und die fugenlos aneinander anschließen. Die Abschnitte 282-284 besitzen Rillen 281 nach Art der Rillen 251 in Figur 25, die im kopfseitigen Abschnitt 282 linksgewendet, im darauffolgenden Abschnitt 283 rechtsgewendet und im nächsten Abschnitt 284 wiederum linksgewendet verlaufen. Der dargestellte Teil 281 kann im Bereich der Abschnitte 282-284 einen unrunden Querschnitt aufweisen, dem die Rillen in Länge, Neigung und Krümmung entsprechend angepasst sind.

Die Oberfläche des erfindungsgemäßen Implantats weist eine durch Sputtern hergestellte Metallschicht auf, durch die die Oberfläche eine das Anlegen der Osteonen fördernde Rauigkeit erhält. Die Metallschicht besteht vorzugsweise aus Titan. Die Titanschicht überdeckt einerseits die Oberfläche der Rillen der in Verbindung mit den Figuren 2 bis 15 oder 23 bis 26 beschriebenen Ausführungsformen und andererseits die Zwischenräume zwischen den Rillen, wozu auch die Oberflächen der Stege 33, 236, 256 und 257 bei Implantaten der in Verbindung mit den Figuren 3, 23 und 25 beschriebenen Art gehören, sowie die zwischen den Abschnitten befindlichen radial verlaufenden Bänder, wie sie bei den in Figuren 3, 16-20, 22 und 27 dargestellten Ausführungsformen Verwendung finden. Eine so behandelte Oberfläche hat den zusätzlichen Vorteil, dass sich die Osteoziten der Osteone sowohl im Bereich der Rillen als auch außerhalb der Rillen in die durch den Sputterprozess hergestellten Mulden der Metallschicht einlagern können.

Ein bevorzugtes Verfahren zur Herstellung von Implantaten gemäß der Erfindung besteht darin, dass in bekannter Weise ein Rohling des Implantatkörpers als Zylinder, Kegel oder abgestufter Kegel oder also ein Implantatkörper mit gekrümmter Längsachse jeweils mit einer glatten Oberfläche hergestellt wird. Danach wird auf den Implantatkörper eine Materialabtragungsoperation angewendet, durch die in wenigstens einem Teil der Abschnitte wahlweise Rillen der in den Figuren 2 bis 15 oder 23 bis 26 dargestellten Art erzeugt werden. Die Materialabtragungsoperation besteht vorzugsweise aus einem Strahlvorgang, in dem Verlauf, Form und Abmessung der Rillen durch synchronen Vorschub von Implantatkörper und Strahlwerkzeug erzeugt wird. So kann der synchrone Vorschub so gewählt werden, dass keilförmige Rillen hergestellt werden, die über einen Teil eines Abschnitts radial zur Längsachse des Implantatkörpers einen ersten Winkel  $\alpha$  bilden und über einen weiteren Teil des gleichen Abschnitts radial zur Längsachse

des Implantatkörpers einen zweiten Winkel  $\beta$  bilden. Des weiteren kann der synchrone Vorschub so gewählt werden, dass die hergestellten Rillen rautenförmig oder gekrümmt verlaufen oder die Form von langgestreckten bananenähnlichen Segmenten haben und in Bezug auf den Umfang des Implantats axial, gewendelt oder kreuzweise gewendelt verlaufen. Bei der Herstellung der Rillen in aufeinanderfolgenden Abschnitten des Implantats kann der synchrone Vorschub von Abschnitt zu Abschnitt verändert werden, um auf dem gleichen Implantat eine Kombination von Abschnitten mit unterschiedlicher Rillenstruktur zu erzeugen. Hierbei kann die Rillenstruktur auf den Kopfbereich des Implantats 270 ausgedehnt werden bis zu einem schmalen Randbereich 276, der annähernd parallel zum oberen Rand des Implantats verläuft.

In einem weiteren Schritt wird auf die Oberfläche des erfindungsgemäßen Implantats eine Metallschicht aufgebracht wird, durch die die Oberfläche eine das Anlegen der Osteonen fördernde Rauhigkeit erhält. Dies geschieht durch Sputtern von Metall auf die Oberfläche des Implantats. Als Sputtermetal wird vorzugsweise Titan verwendet. Die Titanschicht überdeckt die Oberfläche der Rillen des erfindungsgemäßen Implantats sowie die Zwischenräume zwischen den Rillen einschließlich der Stege 33, 236, 256 und 257 bei Implantaten der in Verbindung mit den Figuren 3, 23 und 25 beschriebenen Art, die zwischen den Abschnitten befindlichen radial verlaufenden Bänder bei Implantaten der in Verbindung mit den Figuren 3, 16-20, 22 und 27 beschriebenen Art und den Kopfbereich 13, 276.

Während die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen dargestellt und beschrieben wurde, können weitere Abwandlungen und andere Ausführungsformen der Erfindung realisiert werden, ohne dass dadurch der durch die Ansprüche definierte Bereich der Erfindung verlassen wird.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Knochenimplantat, insbesondere Zahimplantat, mit einem Implantatkörper (11), der an seinem Umfang eine Vielzahl in Richtung der Längsachse des Implantatkörpers oder in einem spitzen Winkel zu dieser verlaufende Rillen (20) aufweist, deren Größenordnung der Größenordnung der Osteone des Knochengewebes entspricht, die sich an die rillenförmigen Vertiefungen anlagern, und dessen Oberfläche in Richtung seiner Längsachse in eine Anzahl Abschnitte (16) unterteilt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (20, 50, 70, 110, 231, 255) in wenigstens einem der Abschnitte (16) radial zur Längsachse des Implantatkörpers (11) mit dieser einen Winkel  $\alpha$  bilden und über ihre Länge eine unterschiedliche Tiefe aufweisen.
2. Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (20) in einem der Randbereiche des Abschnitts (15) ihre maximale Tiefe aufweisen und im entgegengesetzten Randbereich des Abschnitts in dessen Umfang auslaufen.
3. Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (20) im abgewickelten Umfang in Richtung der Längsachse des Implantats einen annähernd keilförmigen Grundriß aufweisen (Figur 3).
4. Implantat nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die annähernd keilförmigen Rillen (20) am Umfang gewendet verlaufen.
5. Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (130) über einen Teil eines der Abschnitte (16)

radial zur Längsachse (41) des Implantatkörpers (11) einen ersten Winkel  $\alpha$  bilden und über einen weiteren Teil des gleichen Abschnitts (16) radial zur Längsachse (41) des Implantatkörpers (11) einen zweiten Winkel  $\beta$  bilden.

6. Implantat nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (130) im abgewickelten Umfang einen annähernd rautenförmigen Grundriß aufweisen.
7. Implantat nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die annähernd rautenförmigen Rillen (140) am Umfang gewendet verlaufen.
8. Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillentiefe vom oberen Rand der Abschnitte (16) zum Implantatfuß (18) hin zunimmt.
9. Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillentiefe vom unteren Rand der Abschnitte (16) zum Implantatkopf (12) hin zunimmt.
10. Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf einen Abschnitt (212) mit zum Implantatfuß zunehmender Tiefe ein Abschnitt (213) mit zum Implantatkopf zunehmender Tiefe folgt.
11. Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (231, 241) in wenigstens einem der Abschnitte (232, 242) eine Krümmung in Umfangsrichtung aufweisen.
12. Implantat nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass an einem der Ränder des besagten Abschnitts (232) der Krümmungswinkel ( $\sigma$ ) der Rillen (231) kleiner ist als der Krümmungswinkel ( $\sigma'$ ) der Rillen (231) am anderen Rand des besagten Abschnitts.

13. Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (231, 241) in wenigstens einem der Abschnitte (232, 242) eine sich kontinuierlich verändernde Breite und Tiefe aufweisen.
14. Implantat nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (231, 241) an einem der Ränder des besagten Abschnitts (232, 242) schmal und flach sind und am anderen Rand des besagten Abschnitts ihre maximale Breite und Tiefe aufweisen.
15. Implantat nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (251) an beiden Rändern des besagten Abschnitts schmal und flach sind und dazwischen ihre maximale Breite und Tiefe aufweisen.
16. Implantat nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundriß der Rillen (251) im abgewickelten Umfang die Form langgestreckter gekrümmter Segmente aufweist.
17. Implantat nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (251) ihre maximale Breite und Tiefe in einem Bereich (255) aufweisen, der annähernd in der Mitte ihrer Längsausdehnung liegt.
18. Implantat nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (251) ihre maximale Breite und Tiefe in einem Bereich aufweisen, der in Bezug auf einen der beiden Ränder in einem Drittel ihrer Längsausdehnung liegt.
19. Implantat nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Rillen (281) am Umfang von wenigstens einem von mehreren Abschnitten (282, 283 oder 284) befinden, die entlang einer gekrümmten Längsachse des Implantatkörpers (280) angeordnet sind und ein keilförmiges Profil besitzen.

20. Implantat nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (281) am Umfang des besagten keilförmigen Abschnitts (282, 283 oder 284) eine unterschiedliche Länge aufweisen.
21. Implantat nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass am Umfang von wenigstens einem der Abschnitte (16) erste Rillen (110, 120, 261) vorgesehen sind, die in einer ersten Richtung gewendelt verlaufen, und dass am Umfang des gleichen Abschnitts (16) zweite Rillen (111, 121, 262) vorgesehen sind, die in einer zweiten Richtung gewendelt verlaufen und sich mit den ersten Rillen (110, 120, 261) kreuzen, und dass die ersten und die zweiten Rillen radial zur Längsachse des Implantatkörpers (11) mit dieser einen Winkel bilden und über ihre Länge eine unterschiedliche Breite und Tiefe aufweisen.
22. Implantat nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Abschnitten radial verlaufende Bänder (17, 163, 192, 226) angeordnet sind, in welche die flachen Enden der Rillen (20, 160, 190) auslaufen.
23. Implantat nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die rillenförmigen Vertiefungen (20) in ihren Bereichen (32, 255) größter Tiefe dicht benachbart sind und ein konkaves Profil aufweisen, das an seinen Rändern in Stege (33, 256, 257) oder nippfenförmige Erhöhungen am Umfang des Implantatkörpers (11) übergeht.
24. Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Implantatkörper (191) eine Kegelform aufweist und dass in Abschnitten (193) entlang des Kegels Rillen (192, 200, 231, 251) vorgesehen sind, die annähernd keil- oder

rautenförmig sind oder eine gekrümmte Keilform oder die Form von langgestreckten gekrümmten Segmenten (251) aufweisen.

25. Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschnitte (162) unterschiedliche Durchmesser aufweisen, die zur Bildung einer abgestuften Kegelform zum Implantatfuß hin abnehmen und dass in Abschnitten (193, 272-275) entlang des Kegels Rillen vorgesehen sind, annähernd keil- oder rautenförmig sind oder eine gekrümmte Keilform oder die Form von langgestreckten gekrümmten Segmenten (251) aufweisen.
26. Implantat nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass am Umfang des Implantatkörpers (211, 221, 276) eine Kombination unterschiedlicher Rillenformen angeordnet ist.
27. Implantat nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass der Implantatkörper (221, 270) Gruppen von Abschnitten (222, 223 und 224, 225, 272-275) aufweist und dass die Rillen (210) der einen Gruppe (222, 223, 272, 273) in ihrer Form von den Rillen (227, 271) der anderen Gruppe (224, 225, 273, 274) abweicht.
28. Implantat nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (210) der einen Gruppe (222, 223, 272, 273) kreuzweise gewendelt und die Rillen (227, 271) der anderen Gruppe (224, 225, 274, 275) in Richtung der Implantatlängsachse oder einfach gewendelt verlaufen.
29. Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Rillen (271) des obersten Abschnitts (272) in den Kopfbereich erstrecken bis zu einem Randbereich (276), der

annähernd parallel zur kopfseitigen Begrenzung des Implantats verläuft.

30. Implantat nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (20, 231, 251) vom Umfang gemessen eine maximale Tiefe im Bereich von 150 Mikrometern aufweisen.
31. Implantat nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (20, 231, 251) eine maximale Breite im Bereich von 300 Mikrometern aufweisen.
32. Implantat nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche der Rillen eine durch Sputtern hergestellte Metallschicht aufweist.
33. Verfahren nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht eine durch Sputtern hergestellte Titanschicht ist.
34. Implantat nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Metallschicht über die Zwischenräume zwischen den Rillen erstreckt.
35. Implantat nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Metallschicht über die radial verlaufenden Bänder (17, 163, 192, 226) zwischen den Abschnitten erstreckt.
36. Implantat nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Metallschicht über den Kopfbereich (12, 276) erstreckt.

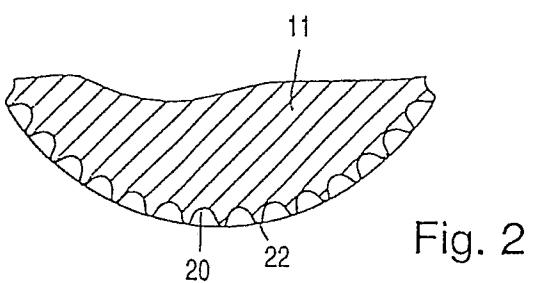
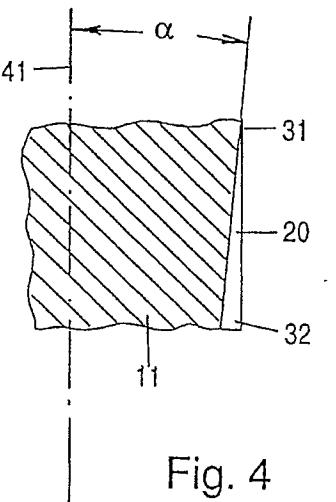
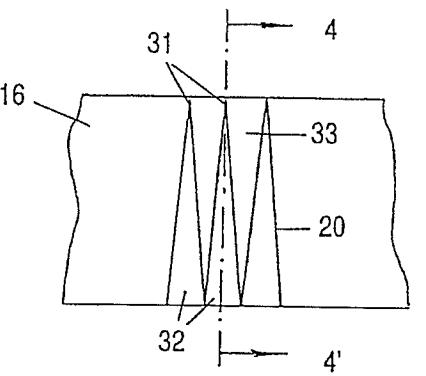
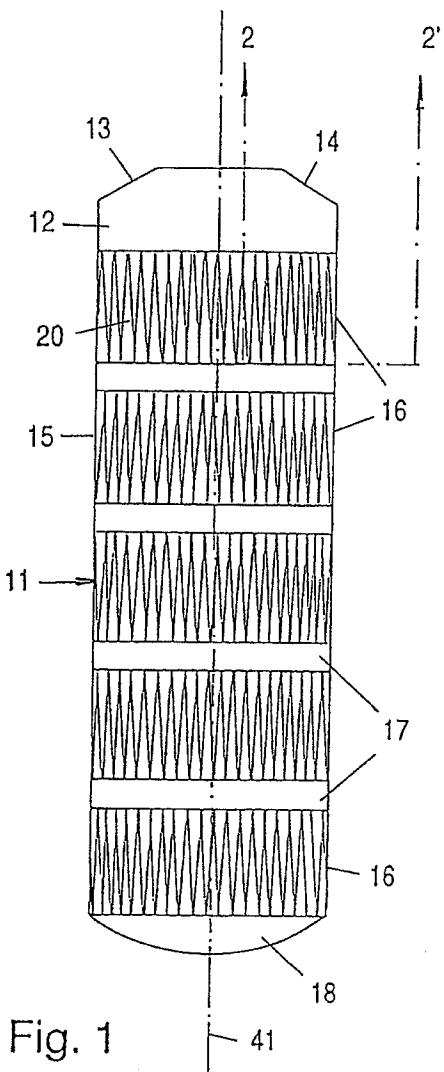
37. Verfahren zum Herstellen eines Knochenimplantats, insbesondere eines Zahníimplantats, mit einem Implantatkörper (11), der an seinem Umfang eine Vielzahl in Richtung der Längsachse des Implantatkörpers oder in einem spitzen Winkel zu dieser verlaufende Rillen (20) aufweist, deren Größenordnung der Größenordnung der Osteone des Knochengewebes entspricht, die sich an die rillenförmigen Vertiefungen anlagern, und dessen Oberfläche in Richtung seiner Längsachse in eine Anzahl Abschnitte (16) unterteilt ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein Rohling des Implantatkörpers (11, 270) hergestellt wird, in dem durch eine Materialabtragungsoperation in wenigstens einem der Abschnitte (16, 231) Rillen (20, 50, 70, 110, 231) eingebracht werden, die radial zur Längsachse des Implantatkörpers (11, 270) mit dieser einen Winkel  $\alpha$  bilden und über ihre Länge eine unterschiedliche Tiefe aufweisen.
38. Verfahren nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen durch Strähnen hergestellt werden bei synchronem Vorschub von Implantatkörpers und Strahlwerkzeug.
39. Verfahren nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass der synchrone Vorschub so gewählt wird, dass im abgewickelten Umfang keilförmige Rillen (20) hergestellt werden.
40. Verfahren nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass der synchronem Vorschub so gewählt wird, dass die Rillen (130) über einen Teil eines der Abschnitte (16) radial zur Längsachse (41) des Implantatkörpers (11) einen ersten Winkel  $\alpha$  bilden und über einen weiteren Teil des gleichen Abschnitts (16) radial zur Längsachse (41) des Implantatkörpers (11) einen zweiten Winkel  $\beta$  bilden.

41. Verfahren nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (130) im abgewickelten Umfang einen annähernd rautenförmigen Grundriß aufweisen.
42. Verfahren nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass die annähernd rautenförmigen Rillen (140) am Umfang gewendet verlaufen.
43. Verfahren nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass der synchrone Vorschub von Abschnitt zu Abschnitt verändert wird.
44. Verfahren nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (271) des kopfseitigen Abschnitts (272) in den Kopfbereich erweitert werden bis zu einem Randbereich (276), der annähernd parallel zur kopfseitigen Begrenzung des Implantats verläuft.
45. Verfahren nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass der synchronem Vorschub so gewählt wird, dass die Rillen (231) in wenigstens einem der Abschnitte (232) in Umfangsrichtung eine Krümmung aufweisen.
46. Verfahren nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, dass an einem der Ränder des besagten Abschnitts (232) der Krümmungswinkel ( $\sigma$ ) der Rillen (231) kleiner ist als der Krümmungswinkel ( $\sigma'$ ) der Rillen (231) am anderen Rand des besagten Abschnitts (232).
47. Verfahren nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (231) an einem der Ränder des besagten Abschnitts (232) schmal und flach sind und am anderen Rand des besagten Abschnitts ihre maximale Breite und Tiefe aufweisen.

48. Verfahren nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (251) an beiden Rändern des besagten Abschnitts (252) schmal und flach sind und dazwischen (255) ihre maximale Breite und Tiefe aufweisen.
49. Verfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundriß der Rillen (251) im abgewickelten Umfang die Form langgestreckter gekrümmter Segmente bilden.
50. Verfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (251) ihre maximale Breite und Tiefe in einem Bereich (255) aufweisen, der annähernd in der Mitte ihrer Längsausdehnung liegt.
51. Verfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillen (251) ihre maximale Breite und Tiefe in einem Bereich aufweisen, der in Bezug auf einen der beiden Ränder in einem Drittel ihrer Längsausdehnung liegt.
52. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 37 bis 51, gekennzeichnet durch den zusätzlichen Schritt, dass auf die Oberfläche der Rillen eine Metallschicht durch Sputtern aufgebracht wird.
53. Verfahren nach Anspruch 52, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht eine durch Sputtern hergestellte Titanschicht ist.
54. Verfahren nach Anspruch 52 oder 53, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Metallschicht über die Zwischenräume zwischen den Rillen erstreckt.

- 29 -

55. Verfahren nach Anspruch 52 oder 53, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Metallschicht über die radial verlaufenden Bänder (17, 163, 192, 226) zwischen den Abschnitten erstreckt.
56. Verfahren nach Anspruch 52 oder 53, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Metallschicht über den Kopfbereich (12, 276) erstreckt.



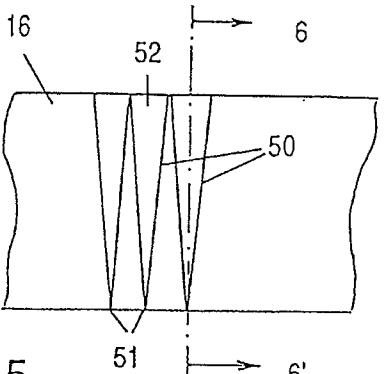


Fig. 5

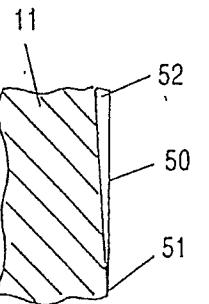


Fig. 6

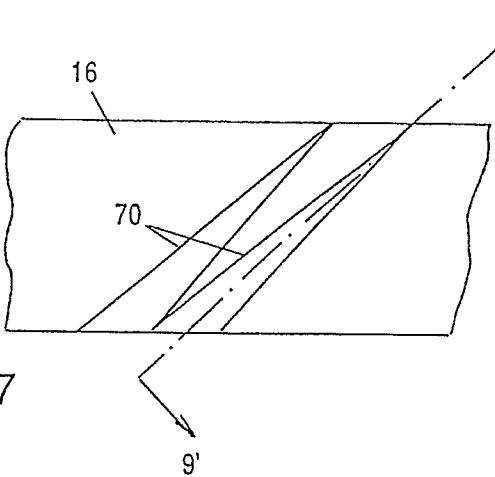


Fig. 7

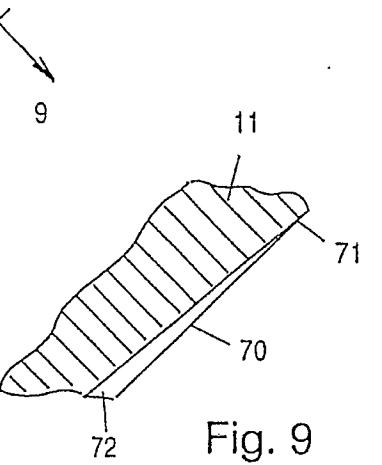


Fig. 9

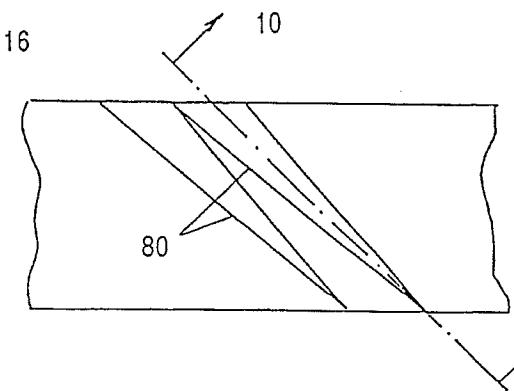


Fig. 8

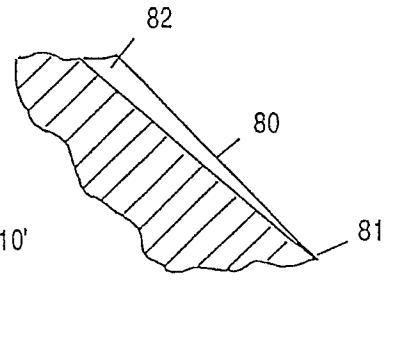


Fig. 10

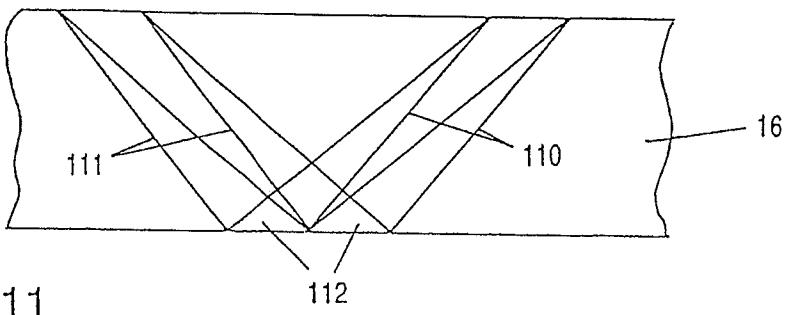


Fig. 11

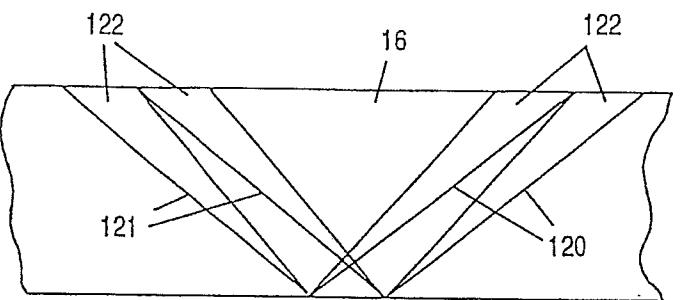


Fig. 12

Fig. 13

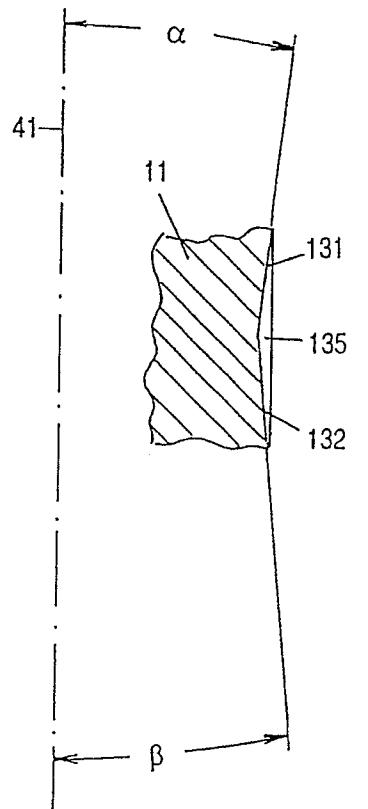
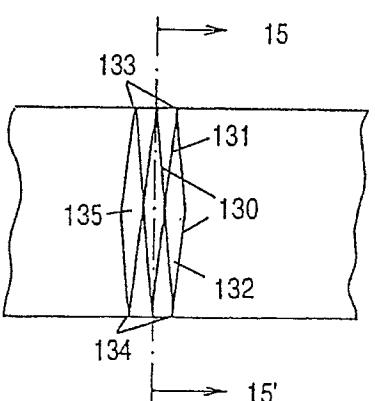
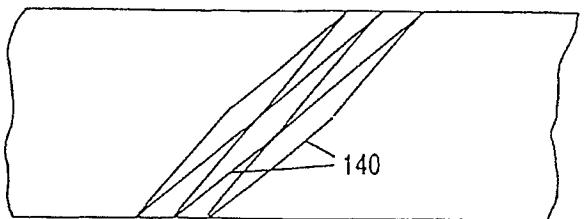


Fig. 15

Fig. 14



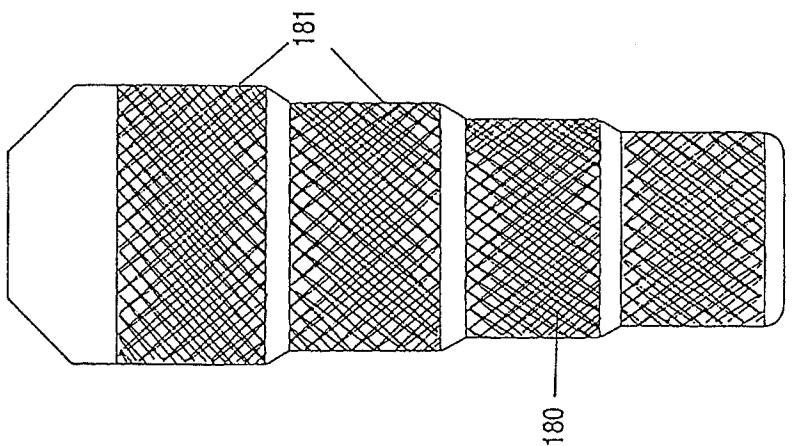


Fig. 18

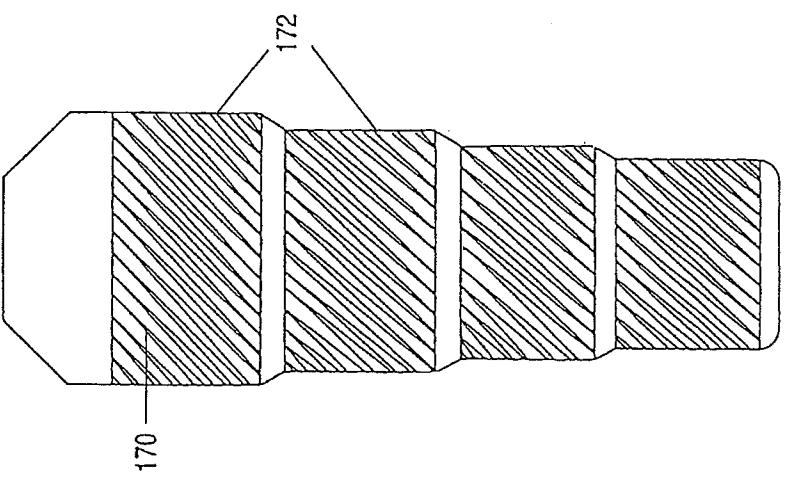


Fig. 17

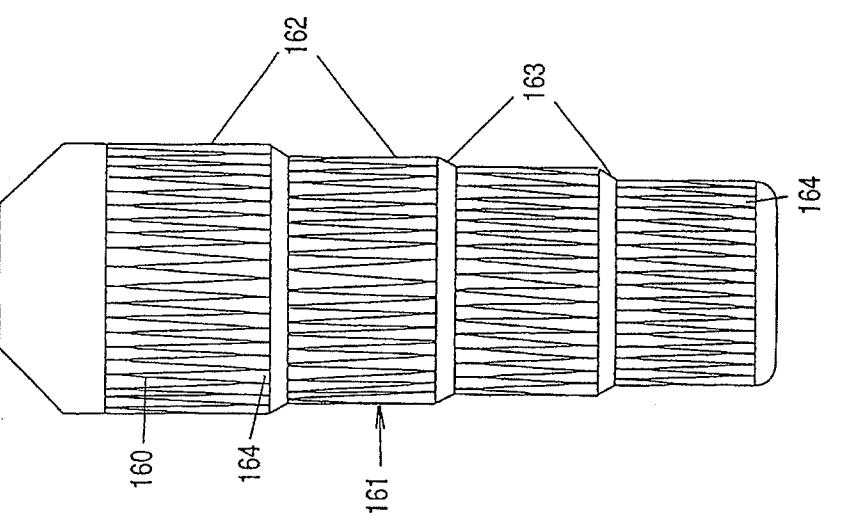


Fig. 16

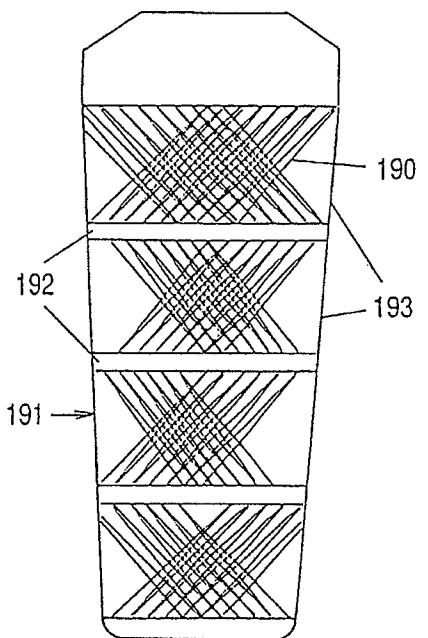


Fig. 19

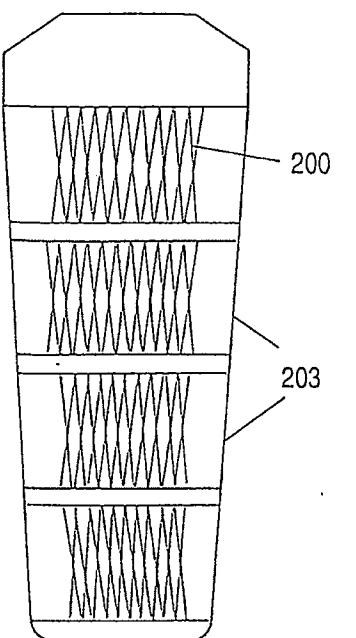


Fig. 20

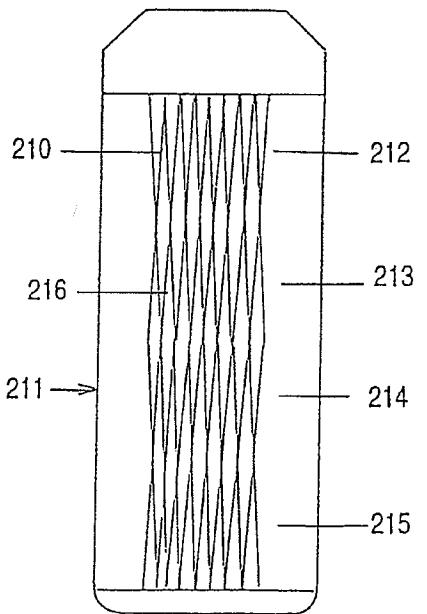


Fig. 21

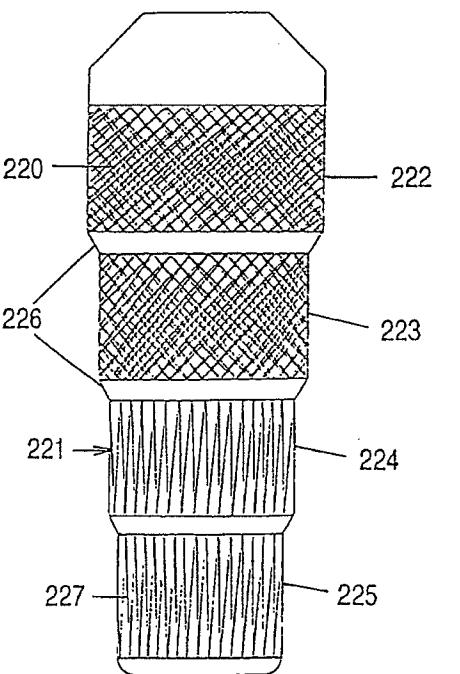


Fig. 22

6/7

Fig. 23

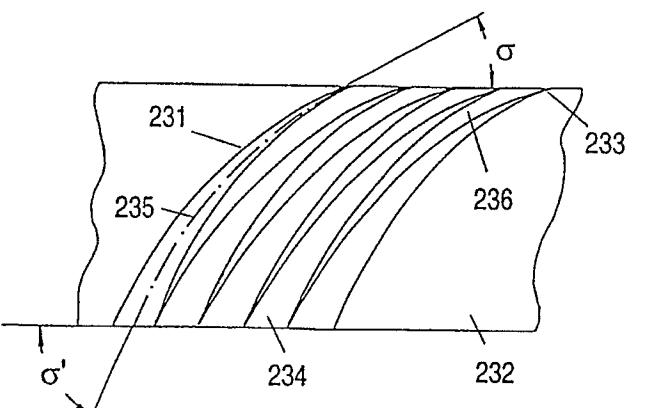


Fig. 24

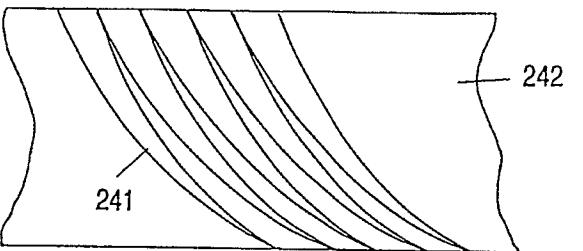


Fig. 25

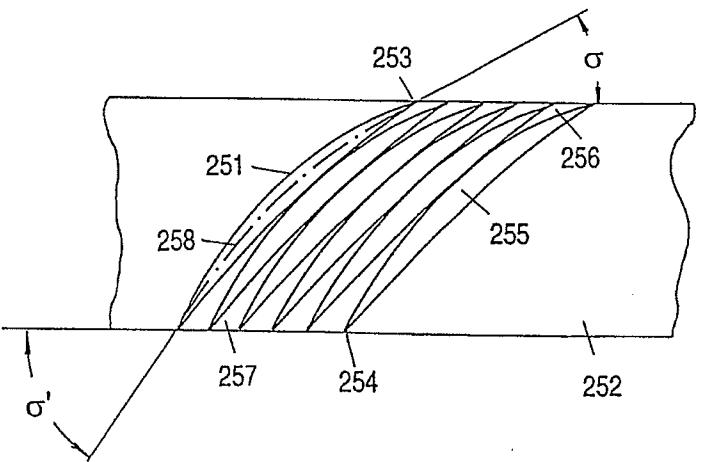
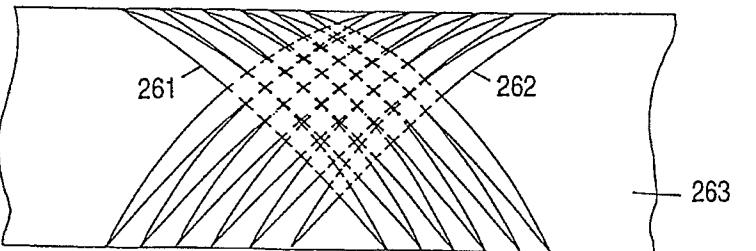


Fig. 26



7/7

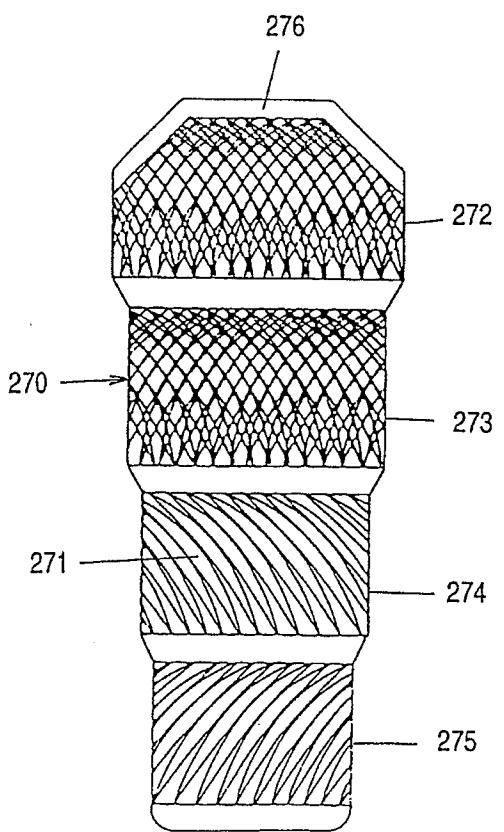


Fig. 27

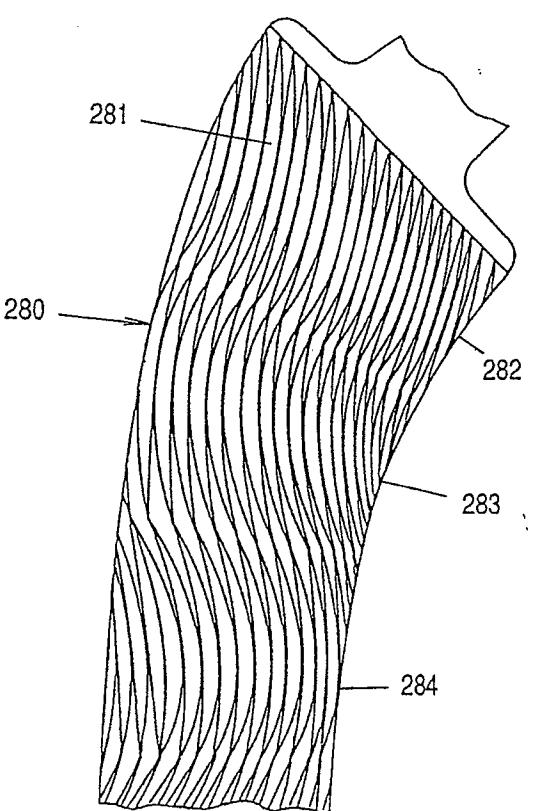


Fig. 28

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/08679

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 A61C8/00 A61F2/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 A61C A61F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 013 236 A (DINKELACKER WOLFGANG DR MED DE) 28 June 2000 (2000-06-28) cited in the application  column 8, line 22 – line 26; claims 12-22; figures —	1-3, 9, 13, 14, 21-28, 30, 31, 37-39, 43, 45
X	FR 2 573 648 A (ROUSSEAU PHILIPPE) 30 May 1986 (1986-05-30) the whole document —	1, 11, 16, 23, 24
X	FR 2 723 307 A (DORE JEAN LOUIS) 9 February 1996 (1996-02-09)  the whole document —	1, 5-7, 10, 15, 17-20, 23, 24
		-/-

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## ° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

15 October 2002

25/10/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ardhuin, H

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No

PCT/EP 02/08679

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 00 06043 A (SUTTER FRANZ) 10 February 2000 (2000-02-10)	1,22,
A	page 15, line 26 -page 17, line 27; figures 8,9 page 11, line 22 - line 29	32-36 5
X	FR 2 720 268 A (IMPLANTS ORTHOPEDIQUES TOUTES) 1 December 1995 (1995-12-01)	1-4,8, 13,14, 23,24
	page 3, line 10 - line 21	---
X	EP 0 238 860 A (ORTHOPLANT ENDOPROTHETIK) 30 September 1987 (1987-09-30)	1-4,9, 13,14
	page 5, paragraph 2 -page 6, paragraph 1	---
X	EP 0 668 064 A (WRIGHT MEDICAL TECH INC) 23 August 1995 (1995-08-23)	1,2,23
	column 7, line 6 - line 16; figures 1-4	---
A	FR 2 683 717 A (IMPACT EST) 21 May 1993 (1993-05-21)	1,26,27
	page 5, line 6 - line 21	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inventor's name/ Application No

PCT/EP 02/08679

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 1013236	A	28-06-2000	EP AT DE JP US	1013236 A1 197389 T 59800332 D1 2000166944 A 6364663 B1		28-06-2000 11-11-2000 14-12-2000 20-06-2000 02-04-2002
FR 2573648	A	30-05-1986	FR	2573648 A1		30-05-1986
FR 2723307	A	09-02-1996	FR	2723307 A1		09-02-1996
WO 0006043	A	10-02-2000	WO EP US	0006043 A1 1100396 A1 6386877 B1		10-02-2000 23-05-2001 14-05-2002
FR 2720268	A	01-12-1995	FR	2720268 A1		01-12-1995
EP 0238860	A	30-09-1987	DE DE AT AT DE DE EP EP	3415934 A1 8408893 U1 33931 T 58286 T 3562455 D1 3580591 D1 0159462 A1 0238860 A2		03-10-1985 05-06-1985 15-05-1988 15-11-1990 09-06-1988 20-12-1990 30-10-1985 30-09-1987
EP 0668064	A	23-08-1995	US AU CA EP JP	5509935 A 5761794 A 2125115 A1 0668064 A1 7227401 A		23-04-1996 07-09-1995 17-08-1995 23-08-1995 29-08-1995
FR 2683717	A	21-05-1993	FR	2683717 A1		21-05-1993

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Ir nationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08679

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 A61C8/00 A61F2/36

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 A61C A61F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 013 236 A (DINKELACKER WOLFGANG DR MED DE) 28. Juni 2000 (2000-06-28) in der Anmeldung erwähnt	1-3, 9, 13, 14, 21-28, 30, 31, 37-39, 43, 45
	Spalte 8, Zeile 22 - Zeile 26; Ansprüche 12-22; Abbildungen ---	
X	FR 2 573 648 A (ROUSSEAU PHILIPPE) 30. Mai 1986 (1986-05-30) das ganze Dokument ---	1, 11, 16, 23, 24
X	FR 2 723 307 A (DORE JEAN LOUIS) 9. Februar 1996 (1996-02-09) das ganze Dokument ---	1, 5-7, 10, 15, 17-20, 23, 24
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Oktober 2002

Absendedatum des internationalen Rechercheberichts

25/10/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ardhuin, H

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08679

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 00 06043 A (SUTTER FRANZ) 10. Februar 2000 (2000-02-10)	1,22,
A	Seite 15, Zeile 26 -Seite 17, Zeile 27; Abbildungen 8,9 Seite 11, Zeile 22 - Zeile 29 ----	32-36 5
X	FR 2 720 268 A (IMPLANTS ORTHOPEDIQUES TOUTES) 1. Dezember 1995 (1995-12-01) Seite 3, Zeile 10 - Zeile 21 ----	1-4,8, 13,14, 23,24
X	EP 0 238 860 A (ORTHOPLANT ENDOPROTHETIK) 30. September 1987 (1987-09-30) Seite 5, Absatz 2 -Seite 6, Absatz 1 ----	1-4,9, 13,14
X	EP 0 668 064 A (WRIGHT MEDICAL TECH INC) 23. August 1995 (1995-08-23) Spalte 7, Zeile 6 - Zeile 16; Abbildungen 1-4 ----	1,2,23
A	FR 2 683 717 A (IMPACT EST) 21. Mai 1993 (1993-05-21) Seite 5, Zeile 6 - Zeile 21 ----	1,26,27

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08679

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1013236	A	28-06-2000	EP AT DE JP US	1013236 A1 197389 T 59800332 D1 2000166944 A 6364663 B1		28-06-2000 11-11-2000 14-12-2000 20-06-2000 02-04-2002
FR 2573648	A	30-05-1986	FR	2573648 A1		30-05-1986
FR 2723307	A	09-02-1996	FR	2723307 A1		09-02-1996
WO 0006043	A	10-02-2000	WO EP US	0006043 A1 1100396 A1 6386877 B1		10-02-2000 23-05-2001 14-05-2002
FR 2720268	A	01-12-1995	FR	2720268 A1		01-12-1995
EP 0238860	A	30-09-1987	DE DE AT AT DE DE EP EP	3415934 A1 8408893 U1 33931 T 58286 T 3562455 D1 3580591 D1 0159462 A1 0238860 A2		03-10-1985 05-06-1985 15-05-1988 15-11-1990 09-06-1988 20-12-1990 30-10-1985 30-09-1987
EP 0668064	A	23-08-1995	US AU CA EP JP	5509935 A 5761794 A 2125115 A1 0668064 A1 7227401 A		23-04-1996 07-09-1995 17-08-1995 23-08-1995 29-08-1995
FR 2683717	A	21-05-1993	FR	2683717 A1		21-05-1993